

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DA  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES TIPOS DE CERVEJAS  
CLARAS COMERCIALIZADAS NO RS**

Bárbara Cristina Sott Hoffmeister

Lajeado, dezembro de 2015

Bárbara Cristina Sott Hoffmeister

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DA  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM DIFERENTES TIPOS DE CERVEJAS  
CLARAS COMERCIALIZADAS NO RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado na disciplina de Trabalho de  
Conclusão de Curso II, do Curso de  
Farmácia, do Centro Universitário  
UNIVATES, como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Farmácia.

Orientador: Ms. Rodrigo Dall'Agnol

Lajeado, dezembro de 2015

## APRESENTAÇÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho intitulado “*Determinação do perfil fitoquímico e avaliação da atividade antioxidante em diferentes tipos de cervejas claras comercializadas no RS*”, realizado para fins de conclusão do curso de Farmácia no Centro Universitário UNIVATES, será apresentado na sequência em forma de artigo científico. Este será posteriormente submetido à avaliação para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos (REBRAPA), e encontra-se formatado nas normas da revista mostradas em anexo.

# **Determinação do perfil fitoquímico e avaliação da atividade antioxidante em diferentes tipos de cervejas claras comercializadas no RS**

*Determination of Phytochemical Profile and Evaluation of Antioxidant Activity in Different Styles of Light Beer Marketed in RS*

## **RESUMO**

Compostos fenólicos são substâncias com atividade antioxidante frequentemente encontrados em vegetais e em produtos derivados destes. Na cerveja, desempenham papel importante ao conferir características sensoriais e nutricionais. O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de fenóis totais em 3 tipos de cervejas claras comercializadas no Brasil e avaliar a capacidade antioxidante por meio do método do DPPH. Para determinar o teor de fenóis totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu, com resultados expressos em equivalentes ácido gálico/L. O conteúdo de compostos fenólicos variou entre  $8,3 \pm 3,0$  e  $22,3 \pm 1,1$  mg/L. Cervejas IPA, apresentaram os maiores valores de fenóis totais, seguidas das cervejas Strong Golden Ale. Cervejas Pilsen apresentaram os menores teores de polifenóis totais. O método DPPH revelou percentual de descoloração variando entre  $11,07 \pm 0,60$  e  $16,49 \pm 0,71$ , com cervejas IPA apresentando o maior potencial antioxidante, seguidas das Strong Golden Ale e Pilsen. Uma forte correlação entre atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos foi observada.

**Palavras-chaves:** Atividade antioxidante. Cervejas. Compostos fenólicos.

## **ABSTRACT**

Phenolic compounds are substances with antioxidant activity frequently found in vegetables and derivative products. These compounds play an important role by providing nutritional and sensorial characteristics to beer. The objective of this work was to determine the total phenolic content in three types of light beers marketed in Brazil and to evaluate the antioxidant capacity in vitro by the DPPH method. To determine the content of total phenolic compounds the Folin-Ciocalteu method was used with results expressed in galic acid equivalent/L. The content of phenolic compounds in the analyzed beers varied in the  $8,3 \pm 3$  e  $22,3 \pm 1,1$  mg/L range. The IPA beers showed the highest values of total polyphenols, followed by Strong Golden Ale. The Pilsen beers had the lowest levels of total polyphenols. The DPPH method showed discoloration percentage ranging in the  $11,07 \pm 0,60$  e  $16,49 \pm 0,71$  range, with IPA showing the highest potential antioxidant, followed by Strong Golden Ale and Pilsen. A strong correlation between antioxidant activity and content of phenolic compounds was observed.

**Keywords:** Antioxidant activity. Beers. Phenolic compounds.

## **INTRODUÇÃO**

A cerveja teve sua origem na região da Mesopotâmia (atuais Turquia e Iraque), há milhares de anos, como uma bebida fermentada usada com propósitos terapêuticos. Com o passar do tempo, foi conquistando as pessoas e nos dias atuais é considerada como uma das bebidas mais consumidas em todo mundo, tendo

bastante aceitação por ser uma bebida suave, refrescante e com aroma e sabor moderado (FORSTER *et al.*, 2003; MATAIX, 2004; ANDERSON, 2006; DAMEROW, 2012).

De modo geral, a cerveja é produzida a partir de malte de cevada, lúpulo, água e levedura cervejeira. É possível, ainda, o uso de matérias primas contendo amido, bem como a substituição do malte de cevada por outros tipos de malte (aveia, arroz, trigo, entre outros). É uma bebida cujo teor alcoólico varia, em média, entre 3 e 8% (MARTÍNEZ, 2004; FREITAS *et al.*, 2006; SIQUEIRA; BOLINI; MACEDO, 2008). Alguns parâmetros como a cor, sabor, aroma e o teor alcoólico são usados para classificar os diferentes tipos de cerveja (PAPAZIAN, 2006).

Agentes antioxidantes desempenham um papel vital na defesa dos organismos contra danos decorrentes do estresse oxidativo. A contribuição destes antioxidantes presentes em bebidas e alimentos consumidos consiste em auxiliar na prevenção do dano oxidativo provocado pelos radicais livres (PEREIRA; VIDAL; CONSTANT, 2009; LIU *et al.*, 2015).

Muitos autores (FREITAS *et al.*, 2006; ZHAO *et al.*, 2008; ZHAO *et al.*, 2010; TAFULO *et al.*, 2010; POLAK; BARTOSZEK; STANIMIROVA, 2013) tem relatado as propriedades antioxidantes de diferentes tipos de cerveja, bem como de alguns de seus ingredientes, destacando-se, neste caso, o lúpulo e o malte (FREITAS *et al.*, 2006; DYKES; ROONEY, 2007; ZHAO *et al.*, 2008; LAHOUAR *et al.*, 2014).

Os compostos antioxidantes naturais encontrados em maior número na cerveja são os de natureza polifenólica, presentes, também, na casca da cevada maltada e no lúpulo. Além destes, são encontradas vitaminas do complexo B (B1, B2, B3, B6, B7, B12 e ácido fólico), também providos de propriedades antioxidantes. Os compostos fenólicos têm sido relacionados tanto ao lúpulo quanto à cevada, enquanto as vitaminas do complexo B são provenientes da cevada e das leveduras utilizadas no processo de produção da cerveja (WUNDERLICH; ZÜRCHER; BACH, 2005).

O lúpulo (*Humulus lupulus*) tem despertado grande interesse em virtude de suas propriedades biológicas, com destaque para suas propriedades sedativa, antioxidante e antitumoral. Quimicamente, além dos polifenóis (flavonóides, catequinas e taninos), possui também, compostos de natureza terpênica e alcalóides (ZANOLI; ZAVATTI, 2008; BIREN *et al.*, 2010). O xanthohumol, um prenilflavonóide encontrado em pequenas concentrações no lúpulo (DHOOGHE *et al.*, 2010) e na cerveja (CESLOVÁ *et al.*, 2009) tem despertado especial atenção em virtude de sua

elevada capacidade antioxidante e antitumoral (GERHAÜSER, 2005; BIREN *et al.*, 2010; LIU *et al.*, 2015).

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar cromatograficamente o perfil fitoquímico, com ênfase nos compostos de natureza fenólica, e determinar o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante de diferentes tipos de cervejas claras.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Materiais**

Um total de 18 amostras de três tipos diferentes de cervejas claras foram utilizadas para análise, seguindo classificação alfabética para identificação das mesmas. Para cada tipo, sendo eles: Pilsen (A, B, C, D, E, F), India Pale Ale (IPA) (G, H, I, J, K, L) e Strong Golden Ale (M, N, O, P, Q, R), duas marcas selecionadas, e, a partir destas, três lotes distintos foram avaliados. As cervejas adquiridas em diferentes estabelecimentos comerciais, de acordo com a disponibilidade, estavam dentro do prazo de validade. A partir de cada amostra foi separado um volume de 200 mL, sendo que sua desgaseificação ocorreu com auxílio de agitador magnético, seguida de sonicação até completa eliminação do gás carbônico. Sofreram redução de volume sob pressão reduzida, em aparelho de evaporação rotatório a 70 rpm e temperatura de 50 °C, para posterior análise.

### **Análise Cromatográfica**

As amostras foram analisadas através de cromatografia em camada delgada (CCD). Uma solução metanólica e uma etérica obtidas a partir de inflorescências dessecadas de lúpulo foram utilizadas como amostras de referência para fins de comparação. Empregaram-se dois sistemas cromatográficos adequados para a visualização de flavonóides e fenóis simples, as bandas visualizadas foram comparadas com a literatura, conforme Wagner e Bladt (1996). As amostras foram aplicadas em cromatoplasmas com sílica gel F<sub>254</sub> (Merck).

O sistema cromatográfico A, tendo como fase móvel acetato de etila: ácido acético: ácido fórmico: água purificada (100:11:11:26), foi utilizado para o desenvolvimento de duas análises. A revelação da primeira placa ocorreu por

nebulização de solução etanólica de cloreto de alumínio 5%, seguida de visualização em 365 nm. A segunda placa foi nebulizada com solução alcoólica de cloreto férrico 5%. O sistema cromatográfico B empregou heptano: isopropanol: ácido fórmico (90:15:0,5) como fase móvel, sendo utilizado para o desenvolvimento de duas marchas analíticas. A primeira placa foi revelada por meio de nebulização com solução alcoólica de cloreto férrico 5% enquanto a segunda placa foi nebulizada com solução aquosa de Fast Blue Salt 0,5% seguida de nebulização com solução alcoólica de NaOH 10%. Visualização prévia das placas em 365 nm e 254 nm foi adotada.

### **Determinação quantitativa de compostos fenólicos totais**

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método espectrofotométrico desenvolvido por Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965; SOUSA *et al.*, 2007a; AGBOR; VINSON; DONNELLY, 2014). Para tanto, foram adicionados a tubo de ensaio 40 µL de amostra diluída em água, 3,16 mL de água destilada, 200 µL de reagente Folin-Ciocalteu 1 N e 600 µL de solução de carbonato sódico 15%. Submeteu-se à agitação por 15 segundos e aquecimento por 30 minutos em banho-maria (40 °C). Após o período de repouso, a absorbância da solução foi medida no espectrofotômetro em 765 nm. O teor dos compostos fenólicos totais foi determinado pela absorbância das amostras em relação à equação da reta obtida na curva de calibração construída com soluções de ácido gálico (50 a 500 mg/mL). Os resultados foram expressos em mg EAG/L (equivalente ácido gálico/L) de amostra.

### **Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)**

O método utilizado para análise quantitativa da atividade antioxidante sofreu adaptações a partir de Souza *et al.* (2007b). Foi utilizada uma solução de DPPH 0,004% em metanol. As amostras foram preparadas na concentração de 250 µg/mL em água, enquanto o padrão ácido ascórbico, na mesma concentração, foi solubilizado em metanol. Em tubos de ensaio, adicionou-se 1,0 mL de soluções amostras e 2,5 mL de solução de DPPH. As soluções foram agitadas e mantidas no escuro por 45 minutos a temperatura ambiente e, em seguida, efetuou-se leitura das

absorbâncias em 517nm. Como branco, utilizou-se 1,0 mL das soluções amostra e 2,5 mL de metanol. Para a preparação do controle negativo foi utilizado 1,0 mL de metanol e 2,5 mL de solução metanólica de DPPH.

A atividade antioxidante foi calculada pela porcentagem de descoloração do radical DPPH de acordo com a equação:  $\% = (A_d - A_a)/A_d \times 100$ , sendo  $A_d$ = absorbância da solução de DPPH (controle negativo),  $A_a$ = absorbância da amostra. O ensaio foi realizado em triplicata.

### **Análise estatística**

Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparadas com o teste de Tukey, considerando significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise Cromatográfica**

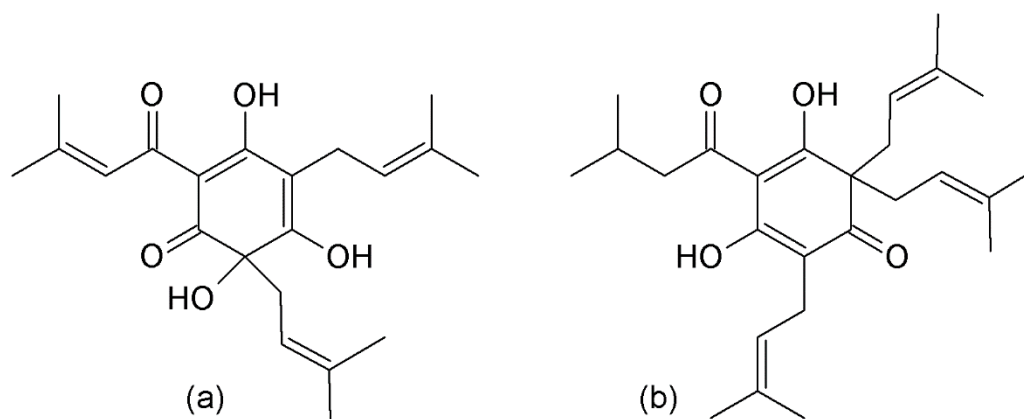
A análise cromatográfica empregando o sistema A associado à nebulização com solução alcóolica de cloreto de alumínio 5% permitiu visualizar, em 365 nm, manchas fluorescentes em todas as amostras avaliadas, indicando a presença de flavonóides nas mesmas. Embora a presença de flavonóides em cerveja seja conhecida, a separação das bandas cromatográficas não foi suficiente adequada para determinar quais flavonóides estavam presentes nas amostras. No entanto, foi possível observar diferenças nos perfis cromatográficos dos flavonóides das cervejas IPA, quando comparados às Pilsen e Strong Golden Ale, evidenciando a existência de diferentes tipos de lúpulo nas IPA.

Ao analisar as CCD submetidas ao sistema B, reveladas com solução alcoólica de cloreto férrico 5% ou com solução aquosa de Fast Blue Salt 0,5% + solução alcoólica de NaOH 10%, foi possível visualizar bandas com coloração azul intensa ou vermelho púrpura, respectivamente, retidas muito próximas do ponto de aplicação. Dada a proximidade destas bandas ao ponto de aplicação (baixo  $R_f$ ), este sistema cromatográfico não se mostrou adequado para caracterização destes compostos. Sistemas alternativos foram utilizados, mostrando-se igualmente ineficazes (resultados não apresentados).



Foi possível, no entanto, observar bandas características para a presença de humulona ( $R_f$  0,50) e lupulona ( $R_f$  0,25) (Figura 1) em todas as amostras analisadas de acordo com a literatura (WAGNER; BLADT, 1996). Este achado é condizente com os trabalhos de Pusecker e colaboradores (1999) e Silva e Faria (2008), que detectaram a presença de humulona, lupulona e outros iso- $\alpha$ -ácidos relacionados.

Figura 1: Humulona (a) e lupulona (b)



Estes compostos, relacionados a características organolépticas das cervejas, como o amargor, podem ser utilizados como marcadores de qualidade para estas bebidas (PUSECKER *et al.*, 1999; STEENACKERS *et al.*, 2015). Além disso, diversas propriedades farmacológicas têm sido relacionadas a estes ácidos, incluindo ação sobre diabetes, processos inflamatórios e alguns tipos de câncer (URBAN *et al.*, 2013).

De Keukeleire (2000) ao estudar tecnologia que desbloqueia o potencial do lúpulo, que é eficaz para controlar amargor, espuma e estabilidade na produção de cervejas, permite por mais tempo a qualidade da bebida. Observou-se que os  $\alpha$ -ácidos ou humulonas presentes no lúpulo durante a fervura do mosto são convertidos para iso- $\alpha$ -ácidos ou isohumulonas, que conferem o sabor amargo da cerveja.

### Determinação quantitativa de compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais quando presentes em níveis elevados em bebidas e alimentos conferem adstringência, cor e amargor quando os níveis de açúcar são baixos (HAMINIUK *et al.*, 2011).

Nas diferentes amostras de cerveja analisadas por este trabalho, o conteúdo de compostos fenólicos totais (equivalente ácido gálico/L de amostra) variou em média de  $8,3 \pm 3,0$  mg GAE/L a  $13,3 \pm 2,5$  mg EAG/L para as cervejas tipo Pilsen,  $17,6 \pm 1,5$  mg GAE/L a  $22,3 \pm 1,1$  mg EAG/L para as cervejas tipo IPA e  $16,0 \pm 1,0$  mg GAE/L a  $20,6 \pm 0,6$  mg EAG/L para as cervejas tipo Strong Golden Ale. Sendo a amostra de maior valor a H, e a de menor valor amostra E (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantificação de compostos fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteu.

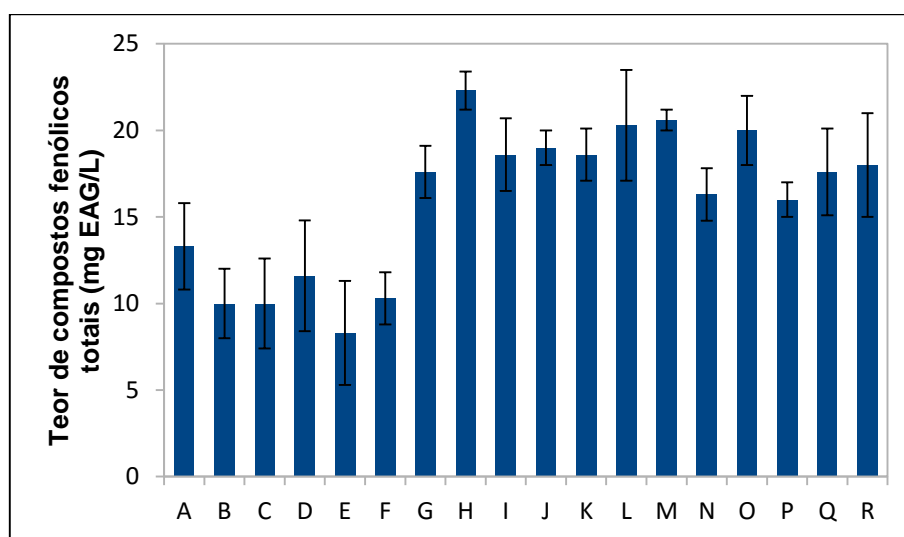
Tipo de cerveja	Amostras	Compostos fenólicos totais (mg EAG/L)
Pilsen	A	$13,3 \pm 2,5$ <sup>h,i,m,o</sup>
	B	$10,0 \pm 2,0$ <sup>g,h,i,j,k,l,m,o,q,r</sup>
	C	$10,0 \pm 2,6$ <sup>g,h,i,j,k,l,m,o,q,r</sup>
	D	$11,6 \pm 3,2$ <sup>h,i,j,k,l,m,o</sup>
	E	$8,3 \pm 3,0$ <sup>g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r</sup>
	F	$10,3 \pm 1,5$ <sup>g,h,i,j,k,l,m,o,q,r</sup>
India Pale Ale (IPA)	G	$17,6 \pm 1,5$
	H	$22,3 \pm 1,1$ <sup>n</sup>
	I	$18,6 \pm 2,1$
	J	$19,0 \pm 1,0$
	K	$18,6 \pm 1,5$
	L	$20,3 \pm 3,2$
Strong Golden Ale	M	$20,6 \pm 0,6$
	N	$16,3 \pm 1,52$
	O	$20,0 \pm 2,0$
	P	$16,0 \pm 1,0$
	Q	$17,6 \pm 2,51$
	R	$18,0 \pm 3,0$

\*Valores médios de triplicata de cada amostra. Letras diferentes na mesma coluna implicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras pelo Teste ANOVA seguido de Teste Tukey.

De acordo com RAMPAZZO (2014), em suas análises, a maioria das amostras apresentou diferença significativa entre si ( $p \leq 0,05$ ). A diferença é explicada pelo autor por apresentar amostras de diferentes tipos e fabricantes. Levando em consideração que as cervejas possuam os mesmos componentes bases e processo fermentativo, mas a qualidade é estabelecida por cada fabricante e a origem de cada componente varia muito. Tal observação não foi, entretanto, observada de forma tão evidente em nosso trabalho.

Destaca-se que os teores de compostos fenólicos totais registrados para as cervejas Pilsen (amostras A-F) são significativamente menores do que aqueles observados em cervejas IPA e Strong Golden Ale (G-L e M-R). Com exceção das amostras H e N, cujos teores de compostos fenólicos são significativamente diferentes entre si, não há diferenças marcantes entre as amostras de IPA e Strong Golden Ale (Figura 2).

Figura 2 – Teor de compostos fenólicos totais expressos em mg EAG/L pelo método Folin- Ciocalteu.



Entre as Pilsen, a amostra A apresentou o teor mais elevado de compostos fenólicos totais, sem, no entanto diferir significativamente das demais amostras.

Maciel, Elói e Jordão (2013) ao comparar qualitativamente diferentes marcas de cervejas e relacionar com a saúde humana, concluíram que a presença de compostos fenólicos na cerveja lhe proporcionam ação antioxidante. As cinco marcas de cerveja analisadas em seu trabalho apresentaram em sua composição a presença de compostos essenciais na dieta humana, não se diferenciando em relação ao perfil de composição. Ao consumi-las, o organismo estará absorvendo e utilizando os benefícios oferecidos por esses compostos, considerando sempre que o consumo da cerveja seja de forma moderada e consciente.

Os compostos fenólicos presentes na cerveja originam-se principalmente do lúpulo e do malte da cevada, sendo uma bebida com boa fonte de compostos fenólicos. Os compostos derivados do lúpulo são mais facilmente detectáveis do que os compostos da cevada, pois estes, durante o processamento da bebida, podem

sofrer mudanças, dificultando assim sua caracterização (SIQUEIRA; BOLINI; MACEDO, 2008).

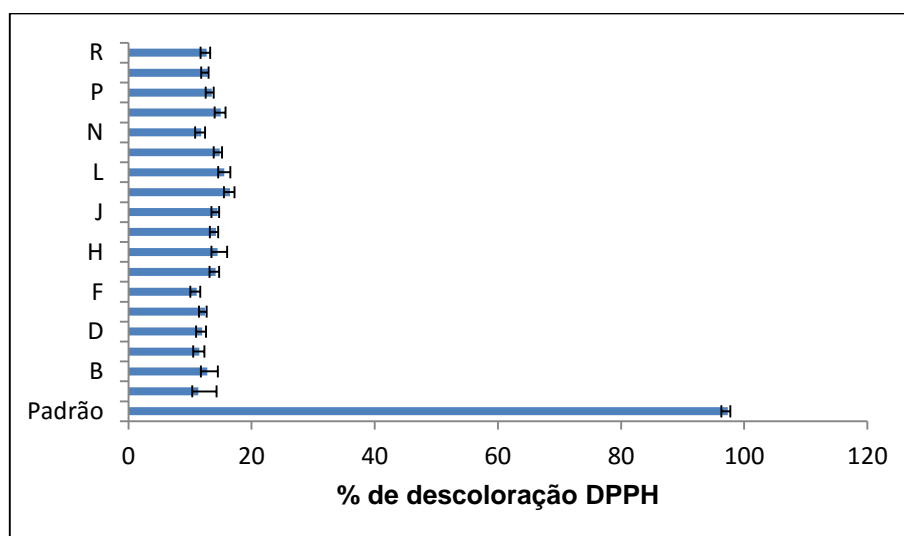
### Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH

Os resultados obtidos aplicando-se o método DPPH para determinar a atividade antioxidante das amostras de cervejas encontram-se na Tabela 2.

Todas as amostras analisadas mostraram ter capacidade sequestrante de DPPH, levando em consideração que as absorbâncias após período de repouso de 45 minutos foram menores que as leituras obtidas para o controle negativo, observando assim diminuição na coloração púrpura.

A adição de ácido ascórbico, empregado como substância antioxidante de referência, ao sistema contendo DPPH resultou rapidamente no desenvolvimento de coloração amarela, sugerindo redução dos radicais livres presentes em solução. Por apresentar alta capacidade antioxidante, sua porcentagem de descoloração foi a mais elevada (Figura 3). GARCIA *et al.* (2012) ao avaliar pelo método DPPH a atividade antioxidante de substâncias que poderiam ser propostas para reverter problemas causados por clareamentos dentais, o ácido ascórbico apresentou elevada capacidade de eliminação de radicais livres, sendo uma das substâncias testadas com maior valor de atividade antioxidante.

Figura 3. Atividade antioxidante em relação a % de descoloração (capacidade de sequestro de radicais livres e desvio padrão) do padrão ácido ascórbico e das amostras de diferentes tipos de cervejas claras.



Após análise das amostras, foi possível observar que todas as Pilsen ( $11,07 \pm 0,60\%$  a  $12,78 \pm 1,72\%$ ) apresentaram taxas de descoloração significativamente menores quando comparadas às IPA ( $14,15 \pm 0,60\%$  a  $16,49 \pm 0,71\%$ ). Esta observação também foi notada com as amostras M e O, do tipo Strong Golden Ale ( $14,83 \pm 0,35\%$  e  $15,00 \pm 0,77\%$ ), apresentando valores superiores aos das cervejas Pilsen (Tabela 2).

Tabela 2 – Valor de porcentagem de descoloração pelo método DPPH.

Tipo de cerveja	Amostras	DPPH (% de descoloração)
	Ácido Ascórbico	$97,31 \pm 0,43$
Pilsen	A	$11,35 \pm 2,75$ <sup>h,j,k,l,m,o</sup>
	B	$12,78 \pm 1,72$ <sup>k</sup>
	C	$11,52 \pm 0,80$ <sup>k,l,m,o</sup>
	D	$11,98 \pm 0,61$ <sup>k,l</sup>
	E	$12,44 \pm 0,26$ <sup>k,l</sup>
	F	$11,07 \pm 0,60$ <sup>h,i,j,k,l,m,o</sup>
India Pale Ale (IPA)	G	$14,15 \pm 0,60$
	H	$14,49 \pm 1,55$
	I	$14,20 \pm 0,34$
	J	$14,49 \pm 0,25$
	K	$16,49 \pm 0,71$ <sup>n,q,r</sup>
	L	$15,57 \pm 0,95$ <sup>n</sup>
Strong Golden Ale	M	$14,83 \pm 0,35$
	N	$11,81 \pm 0,61$ <sup>o</sup>
	O	$15,00 \pm 0,77$
	P	$13,52 \pm 0,34$
	Q	$12,84 \pm 0,17$
	R	$12,72 \pm 0,52$

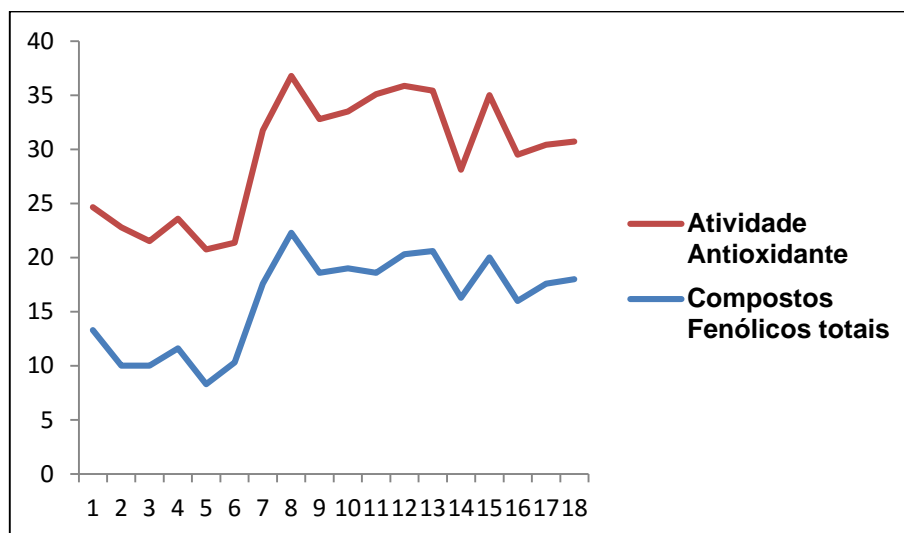
\*Valores médios de triplicata de cada amostra. Letras diferentes na mesma coluna implicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras pelo Teste ANOVA seguido de Teste Tukey.

Estudos relacionados com atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos totais de cervejas apresentam, de modo geral, dados limitados sobre o perfil fenólico e a contribuição destes para a atividade antioxidante em cervejas comerciais. Devido à falta de concordância entre o método mais adequado para a análise dos mesmos é difícil comparar dados na literatura existente (ZHAO *et al.*, 2010; RAMPAZZO, 2014).

Embora, em nosso trabalho, os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante das amostras não evoluem de forma absolutamente linear, é evidente, a

partir dos resultados obtidos, que há uma forte correlação entre ambos, de modo a ser possível afirmar que os compostos fenólicos presentes nas cervejas avaliadas contribuem de forma significativa para a atividade antioxidante observada (Figura 4).

Figura 4. Correlação entre Atividade Antioxidante (% de descoloração do DPPH) e o teor de compostos fenólicos totais.



## CONCLUSÕES

O conteúdo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante difere entre as amostras comerciais dos diferentes estilos de cerveja avaliados, sendo caracterizada como diferença significativa quando considera-se cervejas Pilsen frente às IPA e Strong Golden Ale. Uma forte correlação entre atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos foi observada, indicando que esta atividade está diretamente relacionada à presença destes compostos na bebida.

Pelo efeito de proteção contra danos oxidativos no organismo, os resultados descritos neste trabalho estimulam a continuidade dos estudos para avaliar a ação antioxidante de substâncias isoladas nos diferentes tipos de cerveja com e sem álcool.

Este trabalho não tem como propósito induzir ao consumo excessivo de cerveja, mas mostrar apenas que em concentrações moderadas a mesma pode ser benéfica à saúde do ser humano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBOR, G. A.; VINSON, J. A.; DONNELLY, P. E. Folin-Ciocalteu Reagent for Polyphenolic Assay. **International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics**, v. 3, n. 8, p.147-156, 2014.

ANDERSON, R. G. **Handbook of brewing**. New York, 2 ed., p.01-38, 2006.

BIREN, S. N.; MAYANK P. A.; NIKHIL, G.; BHAVESH, N. S.; DIKSHIT, M. C. Phyto-pharmacological profile of *Humulus lupulus*. **Pharmacologyonline**, v. 1, p. 719-736, 2010.

CESLOVÁ, L.; HOLCAPEK, M.; FIDLER, M.; DRSTICKOVÁ, J.; LÍSA, M. Characterization of prenylflavonoids and hop bitter acids in various classes of Czech beers and hop extracts using high-performance liquid chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 1216, p. 7249-7257, 2009.

DAMEROW, P. Sumerian Beer: The Origins of Brewing Technology in Ancient Mesopotamia. **Cuneiform Digital Library Journal**, v. 2, p. 1-20, 2012.

DE KEUKELEIRE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, v. 23, n.1, p.108-112, 2000.

DHOOGHE, L.; NAESSENS,T.; HEYERICK, A; DE KEUKELEIRE, D.; VLIETINCK, A. J.; PIETERS, L.; APERS, S. Quantification of xanthohumol, isoxanthohumol, 8-prenylnaringenin, and 6-prenylnaringenin in hop extracts and derived capsules using secondary Standards. **Talanta**, v. 83, p. 448-456, 2010.

DYKES, L.; ROONEY, L. W. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. **Cereal Food World**, v. 52, n. 3, p. 105-111, 2007.

FORSTER, A.; BECK, B.; MASSINGER, S.; SCHMIDT, R. The formation of low-molecular polyphenols during the growth of hops. In: **Proceedings of the Scientific Commission International Hop Growers Convention**, Slovenia, p. 50-57, 2003.

FREITAS, G. L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Avaliação da atividade antioxidante de diferentes cervejas aplicando os métodos ABTS e DPPH. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 303-307, 2006.

GARCIA, E. L.; OLDONI, T. L. C.; ALENCAR, S. M.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; GRANDE, R. H. M. Antioxidant Activity by DPPH Assay of Potential Solutions to be Applied on Bleached Teeth. **Brazilian Dental Journal**, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2012.

GERHAÜSER, C. Beer constituents as potential cancer chemopreventive agents. **European Journal of Cancer**, v. 41, n. 13, p. 1941-1954, 2005.

HAMINIUK, C. W. I.; PLATA-OVIEDO, M. S. V.; GUEDES, A. R.; STAFUSSA, A. P.; BONA, E.; CARPES, S. T.. Chemical, antioxidant and antibacterial study of brasilian fruits. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, p. 1529-1537, 2011.

LAHOUAR, L.; AREM, A. E.; GHRAIRI, F.; CHAHDOURA, H.; SALEM, H. B.; FELAH, M. E.; ACHOUR, L. Phytochemical content and antioxidant properties of

diverse varieties of whole barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in Tunisia. **Food Chemistry**, v. 145, p. 578-583, 2014.

LIU, M.; HANSEN, P. E.; WANG, G.; QIU, L.; DONG, J.; YIN, H.; QIAN, Z.; YANG, M.; MIAO, J. Pharmacological Profile of Xanthohumol, a Prenylated Flavonoid from Hops (*Humulus lupulus*). **Molecules**, v. 20, n. 1, p. 754-779, 2015.

MACIEL, D. C.; ELÓI, L. M. H.; JORDÃO, C. O. Compostos fenólicos em diferentes marcas de cerveja: comparação qualitativa de diferentes marcas e sua relação com a saúde humana. **Revista Uniara**, v. 16, n. 1, p. 41-52, 2013.

MARTÍNEZ, J. R. El consumo moderado de cerveza en una dieta sana e equilibrada puede reducir el riesgo cardiovascular. **Cerveza y Salud**, v.162, p. 65-68, 2004.

MATAIX, J. La cerveza, tradición y cultura mediterránea. **Cerveza y Salud**, v.161, p.41-44, 2004.

PAPAZIAN, C. **Handbook of brewing**. 2. ed., New York, p. 39-75, 2006.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 34, n.3, p. 231-247, 2009.

POLAK, J.; BARTOSZEK, M.; STANIMIROVA, I. A study of the antioxidant properties of beers using electron paramagnetic resonance. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3042-3049, 2013.

PUSECKER, K.; ALBERT, K.; BAYER, E. Investigation of hop and beer bitter acids by coupling of high-performance liquid chromatography to nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Journal of Chromatography A**, v 836, n. 2, p. 245-252, 1999.

RAMPAZZO, V. **Caracterização da composição fenólica e capacidade antioxidante de cervejas comerciais de diferentes processos de fermentação**. Trabalho de Conclusão II - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 902-906, 2008.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents American. **Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M. A.; MACEDO, G. A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimento e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 491-498, 2008.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.;



BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007a.

SOUZA, T. M.; SEVERI, J. A.; SILVA, V. Y. A.; SANTOS, E.; PIETRO, R. C. L. R. Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae-Mimosoidae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 28, n. 2, p. 221-226, 2007b.

STEENACKERS, B.; COOMAN, L.; VOS, D. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: A review. **Food Chemistry**, v. 172, p. 742-756, 2015.

TAFULO, P. A. R.; QUEIROS, R. B.; MATOS, C. M. D.; SALES, M. G. F. Control and comparison of the antioxidant capacity of beers. **Food Research International**, v. 43 p. 1702-1709, 2010.

URBAN, J.; DAHLBERG, C. J.; CARROLL, B. J.; KAMINSKY, W. Absolute Configuration of Beer's Bitter Compounds. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 52, p. 1553 -1555, 2013.

ZANOLI, P.; ZAVATTI, M. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 116, p. 383-396, 2008.

ZHAO, H.; FAN, W.; DONG, J.; LU, J.; CHEN, J.; SHAN, L.; LIN, Y.; KONG, W. Evaluation of antioxidante activities and total phenolic contents of typical malting barleys varieties. **Food Chemistry**, v. 107 n. 1, p. 296-304, 2008.

ZHAO, H.; CHEN, W.; LU, J.; ZHAO, M. Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers. **Food Chemistry**, v. 119, p. 1150-1158, 2010.

WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant Drug Analysis**. 2 ed., Springer Publishing Company, Berlin, Heidelberg, New York, 1996.

WUNDERLICH, S.; ZÜRCHER, A.; BACH, W. Enrichment of xanthohumol in the brewing process, **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, p. 874-881, 2005.

## ANEXO

### NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISITA BRASILEIRA DE PESQUISA EM ALIMENTOS (REBRAPA)

[Modelo de Formatação de Artigo]

#### **Título do artigo em português**

*Título do artigo em inglês*

[O(s) nome(s) do(s) autor(es) / da(s) autora(s) deverá(ão) ser removido(s) do artigo para revisão anônima]

#### RESUMO

Neste artigo, estão descritos os requisitos, quanto a estilos e formatação do texto. Todo artigo deverá iniciar-se com um resumo de até 1.000 caracteres (com espaços), em fonte Arial, corpo 10pt, normal, com alinhamento justificado e espaçamento simples entre linhas. O resumo deverá apresentar, de modo conciso e claro: o problema, o objetivo geral, a abordagem metodológica, os métodos, os principais resultados e a contribuição do artigo para o campo.

**Palavras-chave:** Primeira palavra-chave. Segunda palavra-chave. Terceira palavra-chave. Quarta palavra-chave. Quinta e última palavra-chave. [Obs.: Deverão constar de três a cinco palavras-chave, em fonte Arial, 10 pt, normal, alinhamento justificado, ponto entre as palavras-chaves e espaçamento simples entre linhas.]

#### ABSTRACT

*In this paper we describe the requirements for the Tecnologia e Sociedade Magazine, concerning to its writing styles and formatting. Every paper should begin with an abstract of no more than 1.000 characters (with spaces). The abstract should be a clear and concise statement of the problem, the methodological approach, the methods, the main results and the paper's contribution to the field. The abstract should use 10 pt italic Arial non-bold, justified, and single line space.*

**Keywords:** First keyword. Second keyword. Third keyword. Fourth keyword. Fifth and last keyword. [From three to five keywords should be taken from your submission, given in 10 pt italic Arial, justified, dot to separate the keywords and single line spaced.]

#### INTRODUÇÃO

Visando a uma apresentação coerente e de alta qualidade da publicação da Revista Tecnologia e Sociedade, solicitamos aos autores que sigam os critérios e características técnicas, as orientações de estilo e formatação de texto apresentadas neste documento. O modo mais simples de fazê-lo é substituir o conteúdo do modelo pelo de seu artigo, cuidando para não adicionar novos estilos, ou redefinir os estilos do modelo.

#### TAMANHO DA PÁGINA E MARGENS

O tamanho da página deve ser de 21 x 29,7 cm (A4).

As margens deve ser as seguintes: esquerda de 3 cm e demais (direita, superior e inferior) de 2 cm.

## **Parágrafos**

Os parágrafos devem ter recuo de 0,75 cm na primeira linha. Em citações longas (se houver), o parágrafo deve ter recuo à esquerda de 4 cm.

É importante checar as margens, caso você utilize este modelo em Word ou BrOffice, porque elas poderão sofrer alterações, de acordo com ajustes locais de seu computador.

## **Tamanho do artigo**

O artigo não deve exceder 40.000 caracteres (com espaços).

## **FORMATAÇÃO DO TEXTO**

Utilize alinhamento justificado e espaçamento 1,5 entre linhas. Exceto em citações longas, notas de rodapé e referências, nas quais deverá ser utilizado espaçamento simples.

Formate cuidadosamente seu artigo, utilizando os seguintes estilos:

- Título do artigo

O título do artigo deve ser escrito com fonte Arial 14pt, em negrito (*bold*), centralizado.

- Título do artigo em inglês

O título do artigo em inglês deve ser escrito com fonte Arial 12pt, em itálico (*italic*), centralizado.

- Autores do artigo

Os nomes dos autores devem vir após o título em fonte Arial 12 pt, normal, alinhados à esquerda. Após a aprovação para publicação. Para submissão os nomes devem ser omitidos, sendo substituídos por “removido para revisão anônima”.

- Títulos das seções e subseções

Os títulos das seções devem ser em fonte Arial 12pt, grafados em letras maiúsculas, em negrito (*bold*), alinhados à esquerda, não numerados.

Os títulos das subseções devem ser em fonte Arial 12pt, em negrito (*bold*), com apenas a primeira letra em maiúscula e alinhados à esquerda, não numerados.

- Resumo e *abstract*

O título do resumo deve ser em fonte Arial 12pt, grafado em letras maiúsculas, em negrito (*bold*), alinhado à esquerda. O resumo deve conter até 1.000 caracteres (com espaços), em fonte Arial, corpo 10pt, normal, com alinhamento justificado e espaçamento simples entre linhas.

O título do *abstract* deve ser em fonte Arial 12pt, grafado em letras maiúsculas, em itálico e negrito (*bold*), alinhado à esquerda. O *abstract* deve conter até 1.000 caracteres (com espaços), em fonte Arial, corpo 10pt, em itálico, com alinhamento justificado e espaçamento simples entre linhas.

- Palavras-chave e *keywords*

Após o resumo, devem constar de três a cinco palavras-chave, em fonte Arial, 10pt, normal, alinhamento justificado, ponto entre as palavras-chaves e espaçamento simples entre linhas.

Após o *abstract*, devem constar de três a cinco *keywords*, em fonte Arial, 10pt, em itálico, alinhamento justificado, ponto entre as palavras-chaves e espaçamento simples entre linhas.

- Corpo do texto

O corpo do texto do artigo deve ser escrito com fonte Arial 12pt, normal, exceto em citações longas, em que se deve utilizar fonte Arial 10pt, normal.

Negrito pode ser utilizado para dar ênfase a termos, frases ou símbolos. Itálico deve ser utilizado somente para palavras em língua estrangeira.

- Citações

Aspas duplas devem ser utilizadas para citações diretas e frases de entrevistados. Aspas simples devem ser usadas dentro das aspas duplas para isolar material que na fonte original estava incluído entre aspas.

Citações longas (com mais de 3 linhas) devem ser escritas com fonte Arial 10pt, normal, com recuo de parágrafo de 4 cm, alinhamento justificado e entrelinha

simples, sem aspas. Deve-se pular uma entrelinha antes e após o parágrafo da citação.

As fontes das citações devem ser devidamente referenciadas, de acordo com as normas da ABNT.

- Enumeração de páginas, cabeçalhos e rodapés.

Por favor, **NÃO** inclua cabeçalho, rodapé, nem enumere páginas em seu artigo.

Eles serão adicionados quando a publicação for reunida.

## **SEÇÕES E SUBSEÇÕES**

O texto deve ser apresentado em, no máximo, dois níveis (seções principais e secundárias), sendo que **não devem estar enumerados**.

## **FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS, TABELAS / LEGENDAS**

As figuras, gráficos, quadros, tabelas e outras ilustrações devem ser inseridas em posições apropriadas do texto, com alinhamento centralizado, e cada uma delas deve ser legendada em fonte Arial 10pt, em negrito (bold).

As legendas devem ser enumeradas seqüencialmente e posicionadas acima das figuras, gráficos, quadros, tabelas e outras ilustrações. Estes termos não devem ser abreviados (ou seja, utilizar, por exemplo, “Figura”, ao invés de “Fig.”), referenciando-as no texto.

Abaixo e alinhada às figuras, gráficos, quadros, tabelas e outras ilustrações deve ser indicada a fonte destes. Utilize fonte Arial 10pt, em negrito (bold).

Para a **versão impressa** da revista, as imagens devem ser exclusivamente em preto e branco.

Para a **versão eletrônica** da revista, as imagens podem ser em cores, desde que possam ser transformadas em escala de cinzas, com boa definição, na versão eletrônica (na Web). Neste caso, os autores devem enviar um segundo arquivo do artigo final.

## **LINGUAGEM, ESTILO E CONTEÚDO**

O artigo pode ser escrito em português, espanhol, francês ou inglês.

Todos os termos em língua estrangeira, em relação à da língua padrão adotada no artigo, devem estar em itálico.

É da responsabilidade dos autores a revisão da redação do seu artigo, que deve propiciar leitura clara e correta.

Algumas recomendações:

- Utilize sentenças com estrutura simples, evitando sentenças muito longas.
- Defina ou explique sucintamente os termos técnicos.
- Explique todos os acrônimos e siglas, na primeira vez em que forem utilizados no texto. Em seguida, poderão aparecer como acrônimos ou siglas. Por exemplo: *Sound Navigation Anging* (SONAR); Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER), na primeira vez, e, em seguida, SONAR e SEER.
- Utilize formas não ambíguas para conceitos culturalmente localizados, tais como horas, datas, unidade monetária e números. (Por exemplo: “01/05/2009” pode significar dia cinco de janeiro ou dia primeiro de maio, dependendo da localidade).
- Cuide com o uso de pronomes específicos de gênero (ele, ela) e outras palavras com caracterização de gênero. Utilize linguagem inclusiva (por exemplo, ele ou ela, ele / ela), ou, alternativamente, procure estruturar sentenças de modo a evitar pronomes específicos a determinado gênero.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### AGRADECIMENTOS [opcional]

Utilize o espaçamento simples. Fonte Arial 12pt, sem recuo na primeira linha.

### NOTAS DE RODAPÉ

As notas **devem ser evitadas**, contudo se houver, devem ser colocadas no rodapé. Enumere-as seqüencialmente, em algarismos arábicos, no corpo do texto.

Deve-se utilizar fonte Arial 10pt, com alinhamento justificado e entrelinha simples.

### REFERÊNCIAS

As referências devem seguir as **normas da ABNT**, em fonte Arial, tamanho 12, com alinhamento justificado e entrelinha simples.

Exemplos podem ser consultados no Capítulo 5 – Apresentação das referências - das Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos da UTFPR / Sistema de Bibliotecas, disponível no site: <[http://www.utfpr.edu.br/dibib/normas-paraelaboracao-de-trabalhos-academicos/normas\\_trabalhos\\_utfpr.pdf](http://www.utfpr.edu.br/dibib/normas-paraelaboracao-de-trabalhos-academicos/normas_trabalhos_utfpr.pdf)>.

## **ENVIO DO ARTIGO**

O artigo pode ser enviado em **Word** (doc, na versão Microsoft Word 2003 ou posterior) ou **BrOffice** (.odt, na versão BrOffice.org 2.0 ou posterior). Quanto tiver finalizado seu artigo, salve-o com seu sobrenome (T&S-artigo\_Sobrenome.doc ou T&S-artigo\_Sobrenome.odt), para que possamos identificá-lo mais facilmente.

No caso de enviar um segundo arquivo, para a versão eletrônica da revista, com imagens em cores, salve-o da seguinte maneira: T&S-artigo-cores\_Sobrenome.doc ou T&S-artigo-cores\_Sobrenome.odt.

A fim de evitar problemas de transferência de arquivo pela rede, certifique-se que não haja espaços ou pontuações no nome do arquivo, e que não haja mais de 40 caracteres antes do .doc, .rtf ou .odt.

O artigo pode ter **no máximo 2 Mb**, incluindo diagramas, gráficos, figuras, ilustrações, quadros e tabelas (se houver).

Caso o artigo seja aprovado, os diagramas, gráficos, figuras, ilustrações, quadros e tabelas devem ser enviados separadamente (além de constar no corpo do artigo) em arquivo compactado, em formato TIF, BMP ou JPG, sendo que as **imagens** devem ter **resolução igual ou superior a 300 dpi**.